Utmost Science

อุดมวิทย์

มีนาคม 2567

NUCLEAR POWER PLANT

นิวเคลียร์ปลอดภัยหรืออันตราย

ความคุ้มค่าของนิวเคลียร์

นิวเคลียร์เป็นพลังงานสะอาดจริงหรือ?

ประเทศไทยกับพลังงานนิวเคลียร์

สำนักงานที่ปรึกษาด้านการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
ประจำสถานเอกอัครราชทูต ณ กรุงวอชิงตัน

190th Anniversary of
U.S.-Thai Diplomatic Relations

#190ThaiUS

วารสารอุดมวิทย์ | Utmost Sciences
เดือนมีนาคม 2567 ฉบับที่ 3/2567

บรรณาธิการบริหาร:

นายฐิติเดช ตุลารักษ์
อัครราชทูตที่ปรึกษา (ฝ่ายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม) ประจำกรุงวอชิงตัน

กองบรรณาธิการ:

นางสาวอุไรริน ขอบุญ
นายอิศรา ปทุมานนท์

จัดทำโดย

สำนักงานที่ปรึกษาด้านการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
ประจำสถานเอกอัครราชทูต ณ กรุงวอชิงตัน
1024 Wisconsin Ave., N.W. Suite 104
Washington, D.C. 20007

ติดต่อคณะผู้จัดทำได้ที่
Phone: +1 (202) 944 5200
Email: ost@thaiembdc.org
Website: www.ohesdc.org
Facebook: www.facebook.com/ohesdc

คำนำ

สวัสดีท่านผู้อ่านที่เคารพ ในฉบับเดือนมกราคม 2567 เราได้พูดถึง พลังงานหมุนเวียน หรือ renewable energy กันไปแล้ว ยังมีอีกคำหนึ่งที่คนมักเข้าใจสับสนว่าเป็นสิ่งเดียวกันนั่นก็คือ พลังงานทางเลือก หรือ alternative energy ซึ่งในความเป็นจริงก็มีความคล้ายกันอยู่ตามนิยาม พลังงานทางเลือก หมายถึง พลังงานที่ไม่ได้ถูกผลิตขึ้นจากเชื้อเพลิงฟอสซิล อันได้แก่ ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ โดยทั่วไปกระบวนการผลิตพลังงานของพลังงานทางเลือกจะก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกน้อยหรือไม่มีเลย ดังนั้น พลังงานหมุนเวียนจึงจัดเป็นพลังงานทางเลือกด้วยเช่นเดียวกัน แล้วยังมีพลังงานทางเลือกอื่นอีกหรือไม่? คำตอบคือ **พลังงานนิวเคลียร์**

ด้วยเหตุนี้ ประกอบกับภาพลักษณ์ทั้งเชิงลบที่มาจากอุบัติเหตุและสงครามในอดีต และเชิงบวกที่เป็นแหล่งพลังงานมหาศาลคุ้มค่าต่อต้นทุน ทำให้พลังงานนิวเคลียร์ถูกจัดกลุ่มสลับไปมาอยู่เสมอ บ้างก็ถูกรวมกับกลุ่มพลังงานสะอาดที่ไม่ได้มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงการดำเนินการ บ้างก็ถูกรวมกับพลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลในฐานะที่เป็นแหล่งพลังงานที่สามารถหมดไปได้

ทีมบรรณาธิการ
สำนักงานที่ปรึกษาด้านการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
ประจำสถานเอกอัครราชทูต ณ กรุงวอชิงตัน

สารบัญ

06 นิวเคลียร์เป็นพลังงานสะอาดจริงหรือ

08 นิวเคลียร์ปลอดภัยหรืออันตราย

10 ความคุ้มค่าของนิวเคลียร์

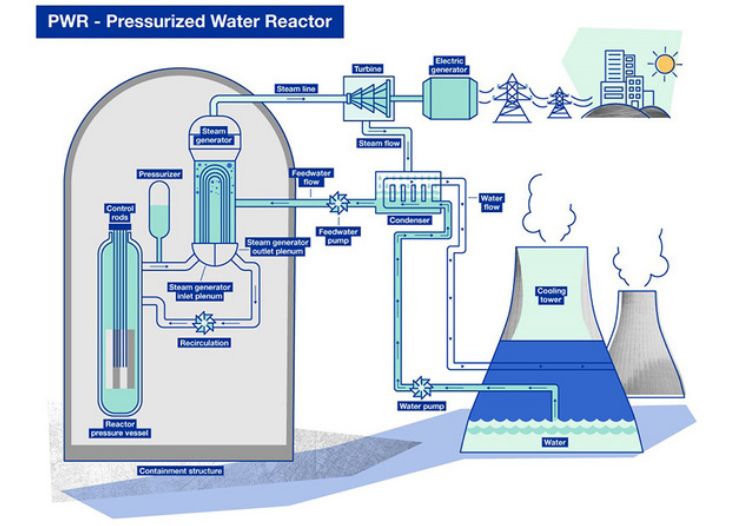
14 ประเทศไทยกับพลังงานนิวเคลียร์

16 ฟิชชั่น และฟิวชั่น

นิวเคลียร์ = พลังงานสะอาดจริงหรือ?

เมื่อพูดถึงพลังงานนิวเคลียร์แต่ละคนคงมีมุมมองและความเห็นไม่เหมือนกัน คล้ายกับกรณีของโซลาร์เซลล์ที่นักวิชาการบางท่านบอกว่า เมื่อแผงโซลาร์เซลล์หมดอายุการใช้งานแล้วก็จะกลายเป็นขยะอิเล็กทรอนิกส์อีกชิ้นหนึ่ง วันนี้เราลองมองทั้งสองมุมของนิวเคลียร์ดูบ้าง พลังงานนิวเคลียร์ถูกผลิตขึ้นที่โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์จากการควบคุมปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชั่นที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ที่ถูกเรียกกันว่าปฏิกิริยาลูกโซ่ หรือ chain reaction ซึ่งมีการปลดปล่อยพลังงานมหาศาลเมื่อเทียบกับมวลของเชื้อเพลิง พลังงานนี้อยู่ในรูปของพลังงานความร้อนซึ่งถูกดูดซับไว้ด้วยน้ำ (หรือตัวกลางอื่นขึ้นอยู่กับเทคโนโลยี) น้ำที่ร้อนจัดนี้จะถูกดูดออกไปถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำในอีกวงจรหนึ่งที่ไม่ได้สัมผัสกันโดยตรง เพื่อทำให้น้ำในวงจรใหม่กลายไปไอน้ำแรงดันสูงปั่นกังหันผลิตกระแสไฟฟ้า เช่นเดียวกับการผลิตพลังงานโดยโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนทั่วไป แต่เนื่องจากโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์มักจะมีกำลังการผลิตสูง จึงมีปริมาณไอน้ำที่ต้องระบายออกมากตามไปด้วย เราจึงมักเห็นปล่องไอน้ำที่ค่อนข้างเป็นเอกลักษณ์ที่หน้าตาคล้ายกับปล่องภูเขาไฟ

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่าการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานนิวเคลียร์ไม่ได้ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเลย **แล้วพลังงานนิวเคลียร์ก่อมลพิษตรงไหน?**



ภาพจาก www.iaea.org

ถ้าหากมองให้ครบวัฏจักรของเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ตั้งแต่การขุดเหมืองยูเรเนียมเพื่อนำมาผลิตเชื้อเพลิงจนถึงการจัดเก็บกากกัมมันตรังสีที่เป็นเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ใช้แล้วนั้น จะพบว่าการขุดเหมืองยูเรเนียมก่อให้เกิดมลพิษและก๊าซเรือนกระจกเช่นเดียวกับเหมืองแร่อื่น ๆ ส่วนการจัดเก็บกากกัมมันตรังสีหากปฏิบัติตามมาตรฐานก็ไม่ได้ก่อให้เกิดมลพิษแต่อย่างใด

ดังนั้น หากจะเปรียบเทียบความสะอาดพลังงานต่าง ๆ อย่างแท้จริง เราต้องพิจารณาทั้ง lifecycle จริง ๆ ซึ่งถ้าหากดูที่ตัวเลขของ carbon footprint แล้ว กลับพบว่าพลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานที่สะอาดที่สุด รายงานการศึกษาของ United Nation Economic Commission for Europe (UNECE) เรื่อง Carbon Neutrality in the UNECE Region: Integrated Life-cycle Assessment of Electricity Sources (March 2022) ระบุประมาณการการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวัฏจักรการผลิตพลังงานนิวเคลียร์ไว้ที่ 5.1 – 6.4 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์ ซึ่งน้อยที่สุดในทุกเทคโนโลยี

อย่างไรก็ตาม พลังงานนิวเคลียร์ก็ยังมีผลกระทบที่ไม่อาจเห็นได้ชัดเจนเหมือนกับการศึกษา carbon footprint เช่น รังสีที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับในระหว่างการทำงาน ความเสี่ยงในการรั่วไหลของรังสีทางอากาศ น้ำผิวดิน หรือน้ำใต้ดิน ผลกระทบจากการจัดเก็บกากกัมมันตรังสี เป็นต้น

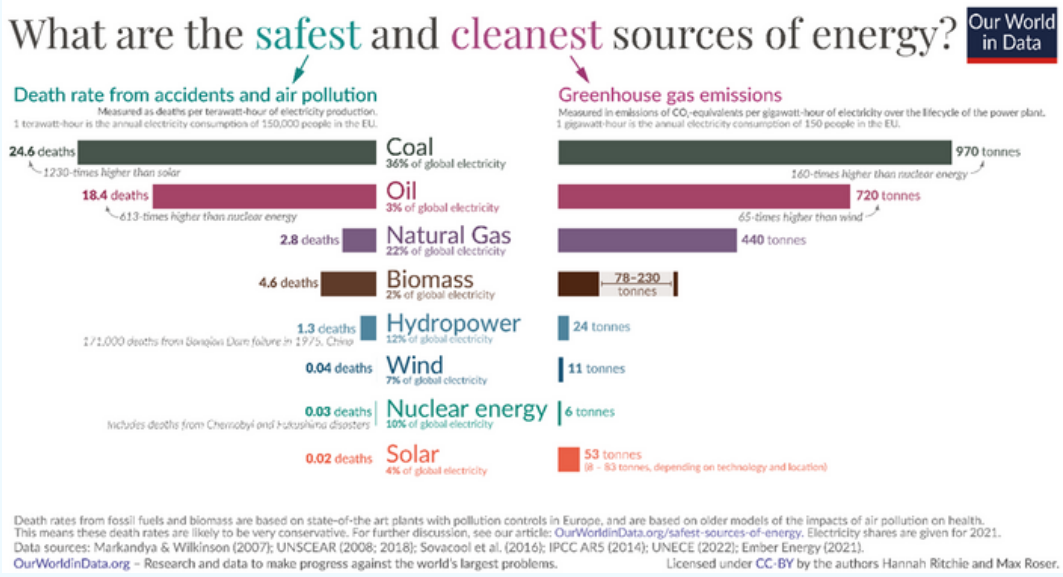
ภาพจาก www.iaea.org

นิวเคลียร์ ปลอดภัยหรืออันตราย?

เมื่อพูดถึงนิวเคลียร์สิ่งแรกที่เกือบทุกคนจะนึกถึง คือ อันตราย และ อุบัติเหตุ เนื่องมาจากเหตุการณ์ในอดีตทั้งการทิ้งระเบิดปรมาณูที่เมืองฮิโรชิมะและนางาซากิ ประเทศญี่ปุ่น ในปี พ.ศ. 2488 ช่วงปลายสงครามโลกครั้งที่สอง ที่สร้างความเสียหายอย่างรุนแรง คร่าชีวิตประชาชนนับแสนคน เกิดการเปรอะเปื้อนทางรังสีในวงกว้างเป็นระยะเวลายาวนาน และอุบัติเหตุทางนิวเคลียร์ขนาดใหญ่ที่โรงไฟฟ้าเชอร์โนบิลและโรงไฟฟ้าฟุกุชิมะไดอิจิที่ส่งผลกระทบต่อประเทศเพื่อนบ้านและสิ่งแวดล้อมไปจนถึงห่วงโซ่อาหาร

แต่ข้อเท็จจริงนั้นค่อนข้างจะคล้ายกับอุบัติเหตุในอุตสาหกรรมการบินเป็นอย่างมาก ที่มีสัดส่วนจำนวนอุบัติเหตุร้ายแรงต่อจำนวนเที่ยวบินที่ต่ำมาก ๆ (และต่ำกว่าอุบัติเหตุรุนแรงบนท้องถนนมากด้วย) แต่ความเสียหายก็สูงมากเช่นเดียวกัน ซึ่งสำหรับในกรณีของโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์นั้น ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันมีการเดินเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้ารวมทั่วโลกมาแล้วกว่า 20,000 ปี (ผลรวมของจำนวนปีของทุกเครื่อง)

ปัจจุบันเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์และโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ถูกออกแบบและกำกับดูแลความปลอดภัยให้มีอัตราความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงที่ต่ำในระดับประมาณ 10^{-9} – 10^{-10} ต่อปี (หมายความว่า โอกาสเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงโดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 1 ในพันล้านถึงหมื่นล้าน ในแต่ละปี) โดยครอบคลุมถึงภัยธรรมชาติและปัจจัยที่เกิดจากมนุษย์



ภาพจาก www.ourworldindata.org

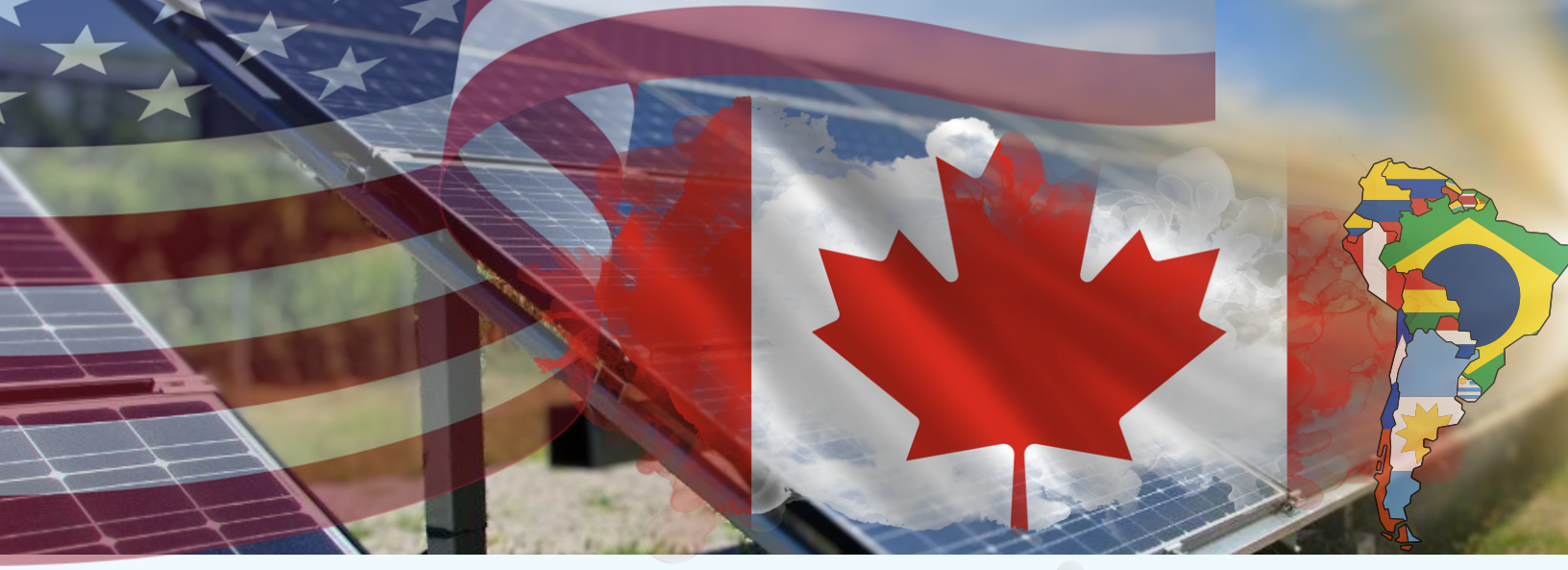
อย่างไรก็ตาม ในแง่มุมของความปลอดภัยปัจจัยที่ควบคุมได้ยากที่สุดคือปัจจัยมนุษย์ เช่นเดียวกับการใช้รถใช้ถนนอุบัติเหตุส่วนใหญ่เกิดจากมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นผู้ขับขี่ยานพาหนะ ผู้โดยสาร คนเดินถนน หรือบุคคลอื่นๆ ที่อาจทำกิจกรรมใกล้กับพื้นที่ใช้รถใช้ถนน และอุบัติเหตุเพียงส่วนน้อยมาจากความบกพร่องของตัวยานพาหนะเอง เนื่องจากเทคโนโลยีด้านความปลอดภัยของยานพาหนะได้รับการพัฒนาไปมาก ในอุตสาหกรรมนิวเคลียร์เองก็ให้ความสำคัญกับการลดและจำกัดความเสี่ยงที่เกิดจากปัจจัยมนุษย์ให้เหลือน้อยที่สุด ประกอบกับอาศัยระบบความปลอดภัยแบบ passive safety หรือระบบความปลอดภัยที่ยังคงไว้ซึ่งความสามารถและประสิทธิภาพของระบบได้ แม้จะขาดจากระบบอื่น ๆ เช่น ระบบควบคุม ระบบไฟฟ้า ระบบส่งสัญญาณ หรือระบบติดต่อสื่อสาร ซึ่งรวมถึงกรณีระบบเหล่านี้ไม่สามารถทำงานได้อีกด้วย

สรุปว่าไม่มีเทคโนโลยีใดที่มีความสมบูรณ์แบบด้านความปลอดภัย แต่อุตสาหกรรมนิวเคลียร์และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและองค์กรระหว่างประเทศต่างก็มุ่งให้ความสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยี ระบบอุปกรณ์ และวิธีการปฏิบัติงานให้เกิดความปลอดภัยสูงสุด

ความคุ้มค่าของนิวเคลียร์

หากจะลองเปรียบเทียบต้นทุนต่อกำลังการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานนิวเคลียร์กับพลังงานที่หมดไปได้ประเภทอื่นไม่ว่าจะในอดีตหรือปัจจุบัน จะเห็นว่าพลังงานนิวเคลียร์มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าแหล่งอื่น ซึ่งเป็นผลมาจากที่ราคาเชื้อเพลิงและแร่ยูเรเนียมที่เป็นต้นกำเนิดของเชื้อเพลิงค่อนข้างมีเสถียรภาพ และโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์มี operating cost ที่ต่ำกว่าจากค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงที่ต่ำกว่านี้เอง แม้ว่ามูลค่าการลงทุนในระยะเริ่มต้นและก่อสร้างจะสูงกว่ามากก็ตาม นักวิชาการด้านเศรษฐศาสตร์พลังงานมักให้ข้อมูลว่าพลังงานนิวเคลียร์เหมาะที่จะถูกใช้ผลิตไฟฟ้าในลักษณะโรงไฟฟ้าฐาน ซึ่งหมายถึงโรงไฟฟ้าที่ผลิตไฟฟ้าอย่างคงที่และต่อเนื่องเต็มกำลังการผลิต เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและความคุ้มทุนสูงสุด โดยใช้แหล่งพลังงานหมุนเวียนเป็นการเสริมกำลังการผลิต และใช้แหล่งพลังงานฟอสซิลในการเติมเต็มความต้องการไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า on-demand จึงจะเป็น energy mix ที่คุ้มค่า มีประสิทธิภาพ และใช้ประโยชน์จากทรัพยากรทุกแหล่งได้ดีที่สุด

อย่างไรก็ตาม จากการคาดการณ์ทั้งในรายงาน International Energy Outlook และรายงานต่าง ๆ ของ International Energy Agency (IEA) พบว่ามีแนวโน้มในการสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์เพิ่มทั่วโลกไม่มากนัก หลายประเทศมุ่งเน้นที่การเพิ่มกำลังการผลิตจากโครงข่ายพลังงานแสงอาทิตย์ หรือ solar farm ซึ่งน่าจะมาจากปัจจัยสำคัญคือต้นทุนที่ต่ำลงมากจาก เมื่อหลายสิบปีก่อนและการก่อมลพิษที่ต่ำลงมากจากเทคโนโลยีใหม่ แต่การเติบโตดังกล่าวก็ยังไม่เพียงพอต่อการมุ่งสู่เป้าหมาย Net Zero Emissions และใน COP28 เองก็มีการหารือในประเด็นที่ไม่อาจปฏิเสธได้ว่าพลังงานนิวเคลียร์จะต้องเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะนำไปสู่เป้าหมาย



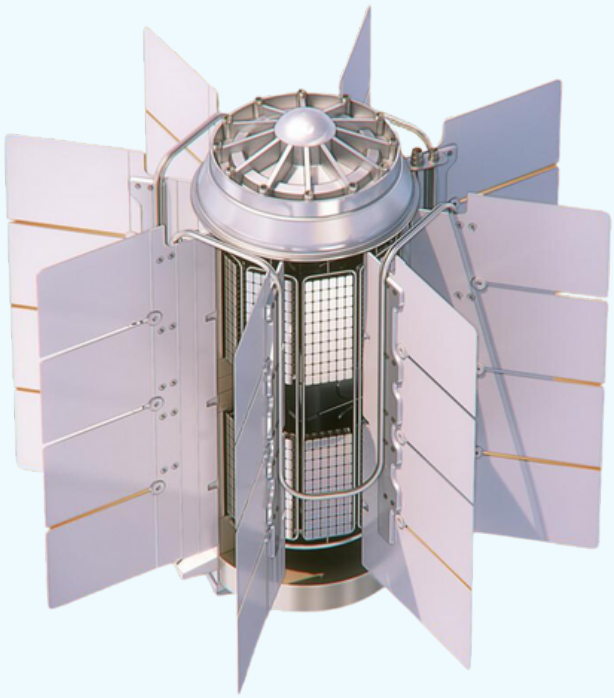
สำหรับสหรัฐอเมริกามีสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานนิวเคลียร์ที่ประมาณ 20% ก๊าซธรรมชาติประมาณ 35-40% ถ่านหินประมาณ 15-20% และพลังงานหมุนเวียนประมาณ 25% และมีนโยบายที่จะเพิ่มสัดส่วนของพลังงานหมุนเวียนขึ้นไปให้ถึงประมาณ 45% ภายในปี ค.ศ. 2050 โดยมุมมองและนโยบายของรัฐบาลสหรัฐฯ นั้นให้ความสำคัญกับพลังงานหมุนเวียนเป็นอันดับแรกและพยายามที่จะเพิ่มศักยภาพการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานหมุนเวียนให้ได้มากที่สุด ให้ทดแทนการลดการพึ่งพาพลังงานฟอสซิลให้ได้ แต่จากการคาดการณ์ก็มีความสอดคล้องกับผลวิเคราะห์ของ IEA สหรัฐฯ จึงยังคงต้องพึ่งพาพลังงานอื่นอยู่ทั้งที่เป็นพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลในรูปแบบที่มีระบบดักจับและกักเก็บคาร์บอน (Carbon Capture and Storage: CCS) และพลังงานนิวเคลียร์ สำหรับพลังงานนิวเคลียร์นั้น ยังคงกำหนดเป้าหมายสัดส่วนที่ประมาณ 20% ซึ่งหมายถึงการเพิ่มกำลังการผลิตให้ได้ตามการเพิ่มขึ้นของความต้องการพลังงานไฟฟ้าโดยรวมในอนาคตนั่นเอง

แคนาดาเป็นหนึ่งในประเทศที่ค่อนข้างโดดเด่นและรัฐบาลมีความมุ่งมั่นในการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อนำไปสู่เป้าหมาย net-zero emissions และมีกฎหมายที่เข้มงวดคือ Canadian Net-Zero Emissions Act โดยแคนาดาสามารถลดการพึ่งพาการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแหล่งเชื้อเพลิงฟอสซิลลงได้อย่างต่อเนื่อง ใช้พลังงานหมุนเวียนทดแทนซึ่งประกอบด้วยพลังงานน้ำเป็นสัดส่วนที่สำคัญ และเลือกใช้พลังงานนิวเคลียร์ในสัดส่วนประมาณ 10-15% มาโดยตลอด ปัจจุบันแคนาดาใช้พลังงานหมุนเวียนในสัดส่วนถึง 70%

ส่วนละตินอเมริกามีเพียง 3 ประเทศที่ใช้พลังงานนิวเคลียร์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า คือ เม็กซิโก บราซิล และอาร์เจนตินา อย่างไรก็ตามทั้ง 3 ประเทศ มีสัดส่วนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์น้อยมาก (ไม่ถึง 5%) และเมื่อพิจารณาในภาพรวมของละตินอเมริกา ประเทศส่วนใหญ่เลือกใช้พลังงานน้ำเป็นแหล่งพลังงานหลักในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยคิดเป็นประมาณ 40% ของภาพรวมการผลิตกระแสไฟฟ้า

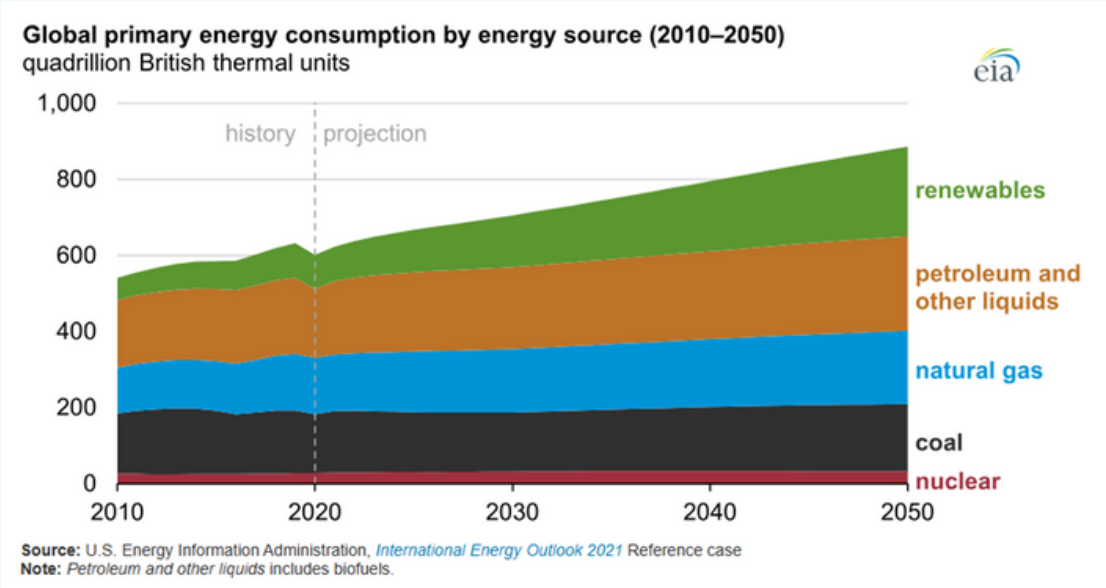
หลายคนคงได้ยินเรื่องราวของเรือบรรทุกเครื่องบินและเรือดำน้ำที่ใช้พลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งในด้านยุทธศาสตร์การทหารถือเป็นข้อได้เปรียบที่สูงมาก เรือเหล่านี้สามารถอยู่ในน่านน้ำด้วยตัวเองได้นานหลายสิบปีโดยไม่ต้องมีการเติมเชื้อเพลิงใด ๆ แล้วข้อดีนี้จะสามารถสร้างประโยชน์ให้กับพลเรือนได้อย่างไร ปัจจุบันมีแนวคิดที่จะสร้างเรือเดินสมุทรที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานนิวเคลียร์และโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์แบบตั้งอยู่บนเรือลอยน้ำที่มีลักษณะเป็น barge ซึ่งอันที่จริงรัสเซียได้ใช้งานเรือขุดน้ำแข็งที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานนิวเคลียร์มาแล้ว แต่ปัจจุบันทั่วโลกยังค่อนข้างมีความเป็นห่วงในประเด็นของความมั่นคง การป้องกันตนเองของเรือจากการถูกโจมตี ก่อวินาศกรรม หรือยึดได้สำหรับการใช้เทคโนโลยีนี้กับเรือต่าง ๆ

ภาพจาก nationalinterest.org



รูปภาพ radioisotope thermoelectric generator (RTG)
จาก OpenPR.com

ในอุตสาหกรรมอวกาศก็เช่นเดียวกัน โดยเฉพาะในสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้ให้ความสนใจกับเทคโนโลยีการขับเคลื่อนยานอวกาศหรือกระสวยอวกาศด้วยพลังงานนิวเคลียร์มานานแล้ว และได้มีการศึกษาวิจัยอย่างจริงจังโดยความร่วมมือของ NASA และ U.S. Department of Energy เพื่อพัฒนาให้สามารถใช้งานต่อไปได้ ทั้งนี้การใช้เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์บนห้วงอวกาศมีประเด็นซับซ้อนที่นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรต้องศึกษาจำนวนมาก จึงเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยากแม้จะมีความเป็นไปได้ก็ตาม ปัจจุบันมีเพียงการใช้วัสดุกัมมันตรังสีในการผลิตไฟฟ้าในปริมาณต่ำ ๆ ที่เรียกว่า radioisotope thermoelectric generator (RTG) ซึ่งมักถูกใช้บนยานอวกาศหรือหุ่นยนต์สำรวจเท่านั้น

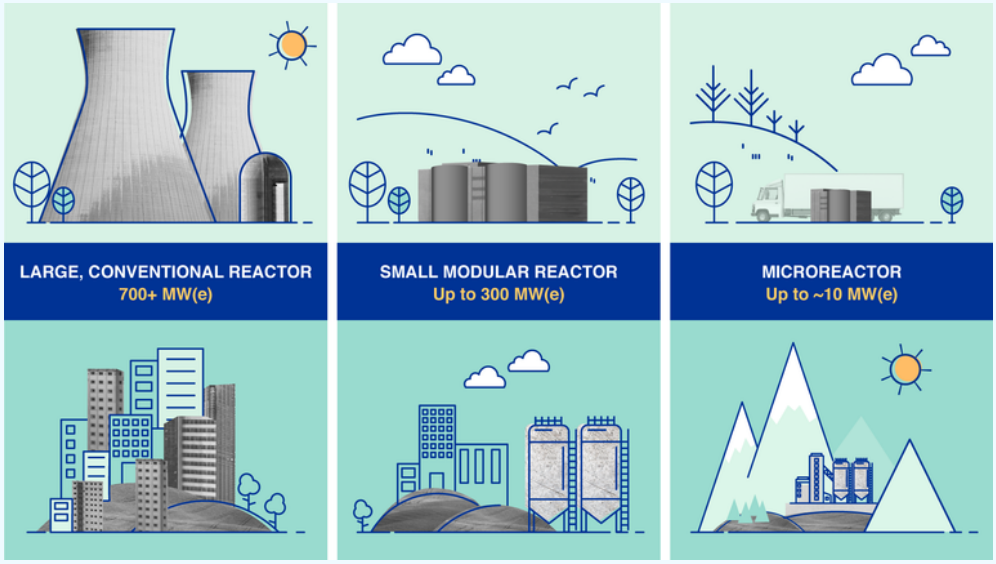


ประเทศไทยกับพลังงานนิวเคลียร์

สำหรับประเทศไทยเองก็เคยมีแผนที่จะใช้พลังงานนิวเคลียร์มาตั้งแต่ประมาณปี พ.ศ. 2510 มีการศึกษาความเหมาะสมของโครงการ การเลือกสถานที่ตั้ง การเลือกเทคโนโลยี ซึ่งบางคนอาจเคยได้ยินถึงโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ อำเภออ่าวไผ่ จังหวัดชลบุรี แต่เนื่องจากประเด็นปัญหาเกี่ยวกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและประเด็นความกังวลด้านความปลอดภัย โครงการดังกล่าวจึงถูกพับไป โดยเฉพาะเมื่อมีการค้นพบแหล่งลิกไนต์ขนาดใหญ่ที่จังหวัดลำปาง และการค้นพบก๊าซธรรมชาติในอ่าวไทย

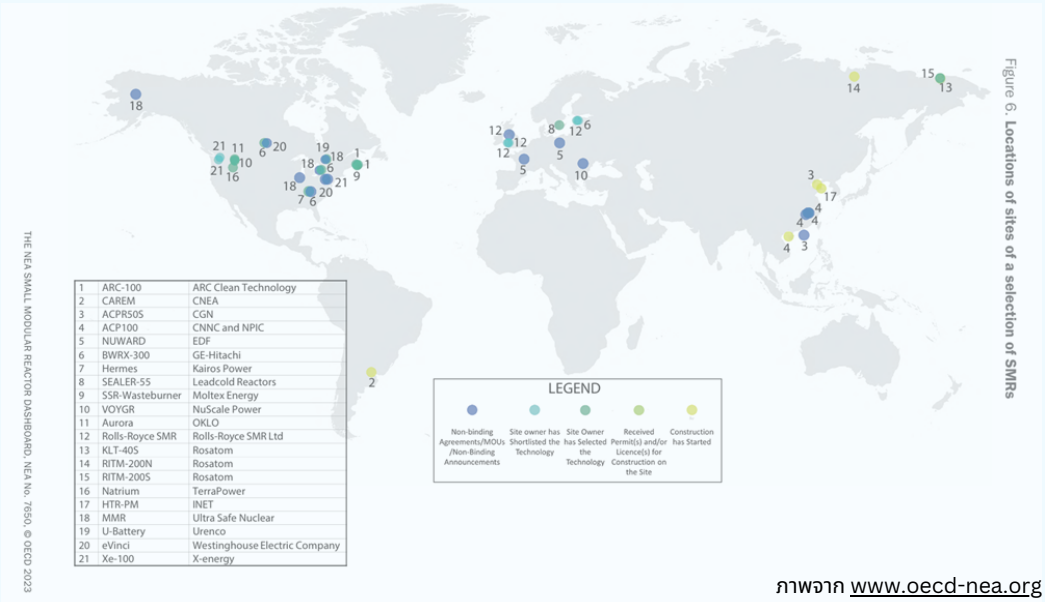
หลังจากนั้นก็ได้มีแนวคิดวางแผนและศึกษาความเป็นไปได้อีกหลายครั้ง แต่ก็ถูกเลื่อนกำหนดการออกไปทุกครั้ง และสามารถเห็นได้จากการที่แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศ (Power Development Plan: PDP) ปรากฏแผนการจัดตั้งโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ขึ้น มีการเลื่อนกำหนดระยะเวลาออกไปในแผนฉบับต่อ ๆ มา และถูกนำออกจากแผนไปในฉบับล่าสุด โดย ณ ปัจจุบันก็ยังคงไม่มีแผนที่เป็นรูปธรรมชัดเจนในการเลือกใช้พลังงานนิวเคลียร์ในประเทศไทย

แต่อย่างไรก็ตามหลายภาคส่วนให้ความสนใจกับเครื่องปฏิกรณ์แบบโมดูลาร์ขนาดเล็ก หรือ Small Modular Reactor (SMR) ซึ่งมีหลักการและใช้เทคโนโลยีคล้ายกับโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ทั่วไป แต่มีกำลังการผลิตต่อเครื่องที่น้อยกว่ามาก โดยมีกำลังอยู่ที่ระดับหลักร้อยเมกะวัตต์ (ขณะที่โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ส่วนใหญ่มักมีกำลังอยู่ที่ระดับหลักพันเมกะวัตต์) โดย SMR มีจุดเด่นที่ถูกออกแบบให้พ่วงขยายกำลังการผลิตได้ตามความต้องการ จึงถูกเรียกว่า modular จุดเด่นอีกอย่างหนึ่งคือการใช้พื้นที่ที่น้อยลงและเทคโนโลยีความปลอดภัยที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ไม่เพียงแต่ประเทศไทยแต่ทั่วโลกก็ให้ความสนใจ และเป็นเทคโนโลยีที่มีการศึกษาพัฒนาในปัจจุบันกันอย่างกว้างขวาง



ภาพจาก www.iaea.org/

นอกจากนี้ ประเทศไทยยังได้สนใจเข้าร่วม FIRST program ของสหรัฐอเมริกา โดยมีวัตถุประสงค์ไปสู่เป้าหมาย Net Zero Emissions ภายในปี ค.ศ. 2565 ด้วยการเลือกใช้ SMR ใน energy mix ของไทยอีกด้วย



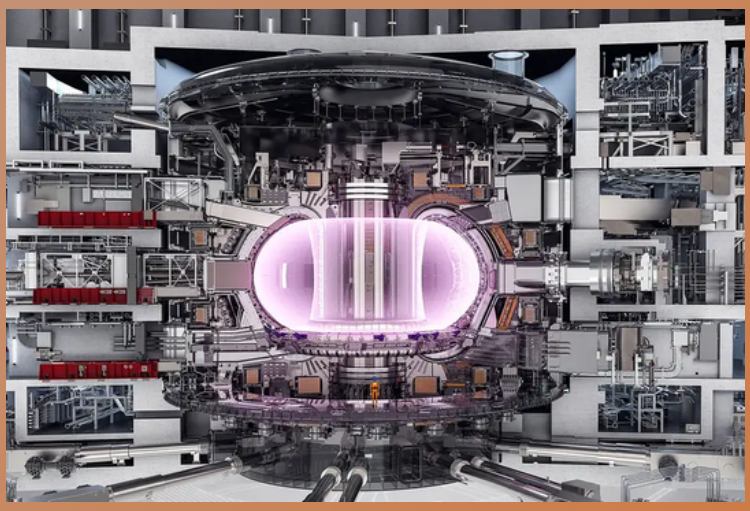
1	ARC-100	ARC Clean Technology
2	CAREM	CNEA
3	ACPR50S	CGN
4	ACP100	CNNC and NPIC
5	NUWARD	EDF
6	BWRX-300	GE-Hitachi
7	Hermes	Kairos Power
8	SEALER-55	Leadcold Reactors
9	SSR-Wasteburner	Moltex Energy
10	VOYGR	NuScale Power
11	Aurora	OKLO
12	Rolls-Royce SMR	Rolls-Royce SMR Ltd
13	KLT-40S	Rosatom
14	RITM-200N	Rosatom
15	RITM-200S	Rosatom
16	Natrium	TerraPower
17	HTR-PM	INET
18	MMR	Ultra Safe Nuclear
19	U-Battery	Urenco
20	eVinci	Westinghouse Electric Company
21	Xe-100	X-energy

ภาพจาก www.oecd-nea.org

ฟิชชั่น - ฟิวชั่น

หากมองให้ไกลข้ามเทคโนโลยีนิวเคลียร์ในปัจจุบัน ซึ่งใช้ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชั่นไปอีก ก็จะมีคำคุ้นหูอีกหนึ่งคำคือ ฟิวชั่น แม้ว่าทั้งฟิชชั่นและฟิวชั่นจะเป็นปฏิกิริยานิวเคลียร์ทั้งคู่ ซึ่งหมายถึงการเปลี่ยนแปลงภายในนิวเคลียสและอ้างอิงทฤษฎีของไอน์สไตน์ที่ทุกคนรู้จักดีในสมการ $E = mc^2$ ในการสร้างพลังงานขึ้นจากการหายไปของมวลสาร แต่หลักการเกิดปฏิกิริยาฟิชชั่นและฟิวชั่นนั้นแตกต่างกันอย่างมาก **ฟิชชั่น**เป็นการทำให้มวลของนิวเคลียสที่มีมวลมาก เช่น ยูเรเนียม แตกออกเป็นนิวเคลียร์ที่มีมวลน้อยลงพร้อมปลดปล่อยพลังงานและนิวตรอนที่นำไปสู่การแตกตัวของยูเรเนียมต่อไปอีกเป็นทอด ๆ **ส่วนฟิวชั่น**เป็นการสร้างสถานะพลาสมาให้กับนิวเคลียสที่มีมวลน้อย เช่น ดิวทีเรียม และตริเตียม ให้เกิดการรวมตัวเป็นนิวเคลียสที่หนักขึ้นพร้อมปลดปล่อยพลังงานออกมาเช่นเดียวกัน แต่ฟิวชั่นไม่สามารถเกิดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่แบบฟิชชั่นได้ นักวิจัยจึงพยายามหาวิธีในการนำพลังงานดังกล่าวแบ่งมาใช้ประโยชน์ส่วนหนึ่งและเก็บไว้ให้เกิดสถานะพลาสมาเพื่อให้ปฏิกิริยาฟิวชั่นเกิดขึ้นต่อไปได้ ซึ่งถือเป็นความท้าทายของการพัฒนาเทคโนโลยีนี้เป็นอย่างมาก หลากหลายประเทศและองค์กรต่างให้ความสนใจกับเทคโนโลยีฟิวชั่นเนื่องจากผลลัพธ์ที่อาจสามารถผลิตพลังงานมหาศาลขึ้นได้ โดยที่ก่อมลพิษหรือสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมาก

นิวเคลียร์ฟิวชั่นไม่ก่อให้เกิดกากกัมมันตรังสีเหมือนกับนิวเคลียร์ฟิชชั่น อย่างไรก็ดี หนทางไปสู่การใช้พลังงานนิวเคลียร์ฟิวชั่นยังคงอยู่ไกลมากนักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญคาดการณ์ในเชิงบวกว่าเทคโนโลยีนิวเคลียร์ฟิวชั่นอาจสามารถถูกพัฒนาขึ้นสำเร็จและใช้ผลิตไฟฟ้าได้จริงอย่างเร็วที่สุดใน 20 ปีข้างหน้า



ภาพจาก www.iter.org)